

PATENT

Attorney Docket
33082M177

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Jun Takeuchi, et al.
Serial No. : To Be Assigned Art Unit : Not Yet Assigned
Filed : Herewith Examiner : Not Yet Assigned
For : METHOD FOR COATING INTERNAL MEMBER HAVING HOLES
: IN VACUUM PROCESSING APPARATUS AND THE INTERNAL
: MEMBER HAVING HOLES COATED BY USING THE COATING
: METHOD

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir :

The above-referenced patent application claims priority benefit from the foreign patent application listed below:

Application No. 2002-275889, filed in JAPAN on September 20, 2002.

In support of the claim for priority, attached is a certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP



Michael A. Makuch, Reg. No. 32,263
1850 M Street, NW – Suite 800
Washington, DC 20036
Telephone : 202/263-4300
Facsimile : 202/263-4329

Date : September 17, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月20日
Date of Application:

出願番号 特願2002-275889
Application Number:

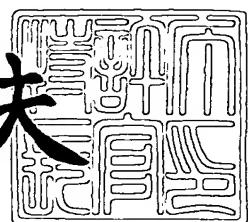
[ST. 10/C] : [JP2002-275889]

出願人 株式会社尼崎特材研
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

2003年 8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 02115JP
【提出日】 平成14年 9月20日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/68
【発明の名称】 真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法
【請求項の数】 3
【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県尼崎市道意町 7丁目 17番地2 株式会社尼崎特
材研内
【氏名】 武内 順
【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県尼崎市道意町 7丁目 17番地2 株式会社尼崎特
材研内
【氏名】 岸田 正明
【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県尼崎市道意町 7丁目 17番地2 株式会社尼崎特
材研内
【氏名】 松永 忠和
【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区赤坂 5丁目 3番 6号 TBS放送センター 東
京エレクトロン株式会社内
【氏名】 遠藤 昇佐
【特許出願人】
【識別番号】 501368632
【氏名又は名称】 株式会社尼崎特材研
【特許出願人】
【識別番号】 000219967
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073461

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 武彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006552

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空処理装置内に設置され、表面に小孔を有する内部材に対して、前記小孔を有する表面に、セラミック材料からなるコーティング膜を形成する方法であって、

金属材料からなる芯材と、前記コーティング膜に対して非接合性の樹脂材料と金属材料との複合体からなり芯材の外周を覆う金属-樹脂複合層とを有する詰栓で、前記内部材の小孔を塞ぐ工程(a)と、

前記工程(a)のあとで、前記内部材の表面にプラズマ溶射によりセラミック材料からなるコーティング膜を形成する工程(b)と、

前記工程(b)のあとで、前記内部材の小孔から前記詰栓を抜き取る工程(c)とを含む有孔内部材のコーティング方法。

【請求項 2】

前記内部材の表面が、アルミニウム、アルミニウム合金からなる群から選ばれる材料からなり、

前記小孔が、内径0.3～5.0mmであり、

前記詰栓の芯材が、鋼線からなり、

前記詰栓の金属-樹脂複合層が、フッ素樹脂粒子が分散された無電解ニッケルめっき層からなり厚み10～50μmであり、

前記コーティング膜が、Al₂O₃、AlN、TiO₂、Y₂O₃からなる群から選ばれる材料からなり、

前記工程(a)が、前記詰栓を前記内部材の表面から1～3mm突出するように取り付ける

請求項1に記載のコーティング方法。

【請求項 3】

真空処理装置内に設置され、表面にガス放出孔となる小孔を有する内部材である静電チャックの基台部に、絶縁層および絶縁層に埋め込まれた電極層になるコ

ーティング膜を形成する静電チャックのコーティング方法であって、

〔A〕請求項1または2に記載のコーティング方法で、前記基台部の表面に、
Al₂O₃のコーティング膜からなる第1の絶縁層を形成する段階と、

〔B〕金属材料からなる詰栓で、前記基台部のガス放出孔を塞ぐ工程(B-a)と

、
前記工程(B-a)のあとで、前記第1の絶縁層の表面にプラズマ溶射によりタン
グステンのコーティング膜を形成する工程(B-b)と、

前記工程(B-b)のあとで、前記基台部のガス放出孔から前記詰栓を抜き取る工
程(B-c)とを経て、

前記第1の絶縁層の上に配置される前記電極層を形成する段階と、

〔C〕請求項1または2に記載のコーティング方法で、前記電極層の上に、Al
₂O₃のコーティング膜からなる第2の絶縁層を形成する段階と
を含む静電チャックのコーティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法に関し、詳し
くは、半導体ウエハの製造に用いられる真空処理装置で半導体ウエハを保持する
際に利用されている静電チャックの吸着面など、表面に小孔を有する有孔内部材
に、耐久性などの機能を付与するために、セラミック材料のコーティング膜を形
成する方法を対象にしている。

【0002】

【従来の技術】

静電チャックは、半導体ウエハにCVD処理やスパッタ処理、エッティング処理
などを施す際に、半導体ウエハを確実に保持して所定の処理が良好に行えるよう
にできる手段として、広く採用されている。

静電チャックの基本構造としては、導電材料からなる電極を絶縁体に埋め込
んだ構造を有し、電極層に高圧直流電圧を印加することで、絶縁体の表面である吸
着面に静電吸着力を発生させるようになっているものがある。

ところが、絶縁体の吸着面に半導体ウエハが接触して擦れたり、スパッタ処理のスパッタ材料などが衝突したりすると、吸着面に傷がついて絶縁性が損なわれたりし、耐久性が低下するという問題があった。

【0003】

この問題を解決するため、以下に説明する技術が知られている。

静電チャックの吸着面に、Al₂O₃などのセラミック材料からなるコーティング膜を、プラズマ溶射によって形成しておく。コーティング膜が、その下面に配置された部材を保護する（例えば、特許文献1参照）。なお、絶縁体そのものを、セラミック材料のコーティング膜で形成することも可能である。

また、静電チャックに半導体ウエハを吸着保持して前記したような各種の処理を施す際に、半導体ウエハの温度が、処理品質に大きく影響することが知られている。そこで、静電チャックの吸着面に、温度調整されたHeガスなどを吹き出して、吸着面に吸着保持された半導体ウエハの温度調整を果たす技術も提案されている。この場合、吸着面にはガス放出孔が設けられる（特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平7-335732号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

吸着面にガス放出孔を有する静電チャックに、前記したコーティング膜を形成するには、プラズマ溶射によるコーティング工程で、ガス放出孔にコーティング材料が入り込まないようにしなければならないが、工業的に有効な方法がなかった。

例えば、吸着面のガス放出孔に、粘着テープを貼り付けておく方法が考えられる。しかし、この方法では、粘着テープは、ガス放出孔の外側の吸着面までを覆うことになるため、ガス放出孔の周辺にはコーティング膜が形成されない領域が生じてしまう。

【0006】

ガス放出孔に、コーティング膜に対して付着性の少ないフッ素樹脂からなる詰

栓を挿入しておくことも考えられる。しかし、ガス放出孔を塞ぐ詰栓は、外径が細いため、コーティング処理時に加わるプラズマ溶射の熱で、樹脂製の詰栓が溶融してしまい、ガス放出孔を塞いでおけなかったり、溶融した樹脂がガス放出孔の内部に落下して固着してしまったりする問題が起きる。

静電チャックのガス放出孔は、前記した絶縁体の裏側で、静電チャック装置に内蔵されたガス供給路につながっている。ガス放出孔の奥からガス供給路に落下して固着してしまった詰栓の樹脂は、後から取り除くことは極めて困難である。微量の樹脂でも残留していると、静電チャックを使用して半導体ウエハにCVD処理などを実施したときに、前記残留樹脂が蒸発して、処理品質に悪影響を与えてしまう。

【0007】

前記詰栓の材料に金属を使用すれば、プラズマ溶射の熱でも溶融しないようになりますが、金属材料にはコーティング材料が接合してしまう。コーティング工程のあとで、詰栓を抜き取ろうとすると、コーティング膜に接合された詰栓は、用意には抜き取れない。無理に抜き取ると、コーティング膜に剥離や亀裂が生じてしまう。

さらに、詰栓の抜き取りを行う前に、既に、コーティング膜にミクロ状の亀裂が発生していることがある。これは、プラズマ溶射の熱によって熱膨張し、その後に冷却する詰栓とコーティング膜との熱変形挙動の差によって、両者の間に熱応力が発生し、この熱応力が過大になることで、コーティング膜に亀裂などの欠陥が発生するのであると考えられる。詰栓とコーティング膜とが強く接合されていると、上記の熱応力が大きくなる。

【0008】

上記問題は、静電チャックだけでなく、各種の真空処理装置で処理室の内部に設置される部材であって、表面に小孔を有するものにコーティング膜を形成する場合にも起きる。

本発明の課題は、前記した静電チャックなどの真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法において、小孔を詰栓で塞いでおく技術における問題点を解消して、品質性能に優れたコーティング膜を能率的に作製できるようにするこ

とである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法は、真空処理装置内に設置され、表面に小孔を有する内部材に対して、前記小孔を有する表面に、セラミック材料からなるコーティング膜を形成する方法であって、金属材料からなる芯材と、前記コーティング膜に対して非接合性の樹脂材料と金属材料との複合体からなり芯材の外周を覆う金属-樹脂複合層とを有する詰栓で、前記内部材の小孔を塞ぐ工程(a)と、前記工程(a)のあとで、前記内部材の表面にプラズマ溶射によりセラミック材料からなるコーティング膜を形成する工程(b)と、前記工程(b)のあとで、前記内部材の小孔から前記詰栓を抜き取る工程(c)とを含む。

【0010】

【真空処理装置の有孔内部材】

真空処理装置とは、半導体ウエハの製造加工装置など、処理室を大気圧よりも低い真空状態にして、被処理物にエッティングや薄膜形成などの処理を施す装置を対象にしている。真空状態には、単に空気を真空排気した狭義の真空状態のほか、真空中に不活性ガスなどが存在する場合、プラズマガスやイオンガスが存在する場合も含まれる。

有孔内部材は、このような真空処理装置の処理室内部に設置される機器や部品などであって、その表面に小孔を有する部材である。

【0011】

有孔内部材のうち、小孔を有する表面の材質は、アルミニウム、アルミニウム合金、鋼、ステンレスその他の金属材料が一般的である。アルミニウムの表面にアルマイト処理が施しておくこともある。

有孔内部材の具体例として、静電チャックやシャワーヘッドが挙げられる。

＜静電チャック＞

半導体ウエハを静電吸着する吸着面に熱伝導ガスを噴出するガス放出孔を有する静電チャックであれば、具体的な構造や使用材料については限定されない。

通常の半導体ウエハ処理装置や搬送取扱い装置に組み込まれている静電チャック機構または装置に適用できる。

【0012】

例えば、半導体ウエハ処理装置として、CVD処理やスパッタ処理、エッティング処理などを行うプラズマ処理装置が挙げられる。いわゆるドライプロセス装置に適用できる。

半導体ウエハは、シリコンなどの各種半導体材料の薄板であり、電子素子などを作製する基板となる材料である。静電吸着は、吸着する材料の材質にはそれほど影響されないので、半導体ウエハの材料は比較的自由に選択できる。

静電チャックにおいて、静電吸着力を発生する構造としては、絶縁体の内部に導電膜などからなる電極が埋め込まれ、電極に直流高電圧を印加する機構を備えたものがある。電極および絶縁体の材料や形状および構造は、通常の静電チャックと同様の範囲で変更できる。

【0013】

静電チャックは、静電吸着する半導体ウエハの形状寸法に合わせた吸着面を有している。例えば、円形の半導体ウエハには、同様の外形を有する吸着面を備えておくことが好ましい。吸着面は通常、平滑面であるが、半導体ウエハの位置決め構造などとなる凹凸を有する場合もある。

小孔となるガス放出孔は、静電チャックの吸着面に開口していれば、その配置構造は適宜に設定できる。吸着面のうち半導体ウエハに当接する領域の全体に間隔をあけて多数のガス放出孔を設けることができる。吸着面の場所によって、ガス放出孔の配置密度を変えることもできる。ガス放出孔の断面形状は、円形が一般的であるが、長円形や楕円形なども採用できる。内径は通常、0.3～5.0 mmの範囲に設定される。内径の異なる複数種のガス放出孔を配置することもできる。

【0014】

ガス放出孔は、直線孔であるのが一般的であるが、テーパ孔や段付孔であってもよい。ガス放出孔の奥は、熱伝導ガスが供給されるガス放出路に接続される。ガス放出孔の深さは、ガス放出路に内壁に至るまでの深さを含み、1～50 mm

の範囲である。

ガス放出路は、ガス放出孔の配置に合わせて、分岐したり合流したり径を変更したりして配置され、熱伝導ガスの供給源に接続される。

熱伝導ガスは、半導体ウエハに対する温度調整を果たすことができれば、ガスの種類は限定されない。通常、Heなどの不活性ガスが使用される。

【0015】

＜シャワーHEAD＞

前記静電チャックは、処理装置内で、半導体ウエハを載置する下部電極側に設けられるのに対し、シャワーHEADは、上部電極側に設けられ、エッチングガスなどの処理ガスを噴出させて、半導体ウエハなどの被処理物に必要な処理を施す部材である。シャワーHEADには、処理ガスの噴出孔が設けられる。

シャワーHEADのうち、噴出孔を有する表面の材質構造、噴出孔の寸法形状などは、前記した静電チャックにおけるガス放出孔と同様の技術条件が採用できる。

【0016】

〔コーティング膜〕

コーティング膜は、例えば、静電チャックの吸着面で絶縁体を覆って保護したり、絶縁体や電極層そのものを構成したりする。また、シャワーHEADのうち噴出孔が設けられている表面を保護する。その他、小孔を有する内部材の表面を、物理的あるいは化学的に保護したり、所定の機能を付与したりする。

このような目的が達成できれば、コーティング膜の材質や構造は限定されない。

各種の半導体ウエハ処理装置に設置される内部材では、それらの処理に耐え得るコーティング膜の材料が選択される。

【0017】

コーティング膜に有用な特性として、機械的強度、耐久性、耐磨耗性、非反応性、耐食性、耐熱性などが挙げられる。例えば、コーティング膜で覆われた静電チャックの静電吸着機能を損なわない材料が好ましい。

このような特性を備えたコーティング膜の材料として、Al₂O₃、AlN、T

TiO_2 、 Y_2O_3 などが挙げられる。材質が異なる複数のコーティング膜を積層したり、複数の材料が混合してコーティングしたりすることもできる。

コーティング膜の厚みは、目的によっても異なるが、通常、 $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲に設定できる。

【0018】

セラミック材料によるコーティング膜には、シリコーン樹脂液などを含浸させて、コーティング膜の気孔を埋める封孔処理を行ったり、コーティング膜の表面を研磨仕上げしたりすることもできる。

〔詰栓〕

詰栓は、有孔内部材の小孔を塞いで、プラズマ溶射によるコーティング工程で、溶射材料が小孔の中に侵入したり付着したりするのを防ぐ。

詰栓は、少なくとも小孔の開口に対応する個所で、小孔の内形状に対応する外形状を有している。具体的には、前記した小孔の断面形状に合わせて、円形、楕円形などの断面形状を有している。

【0019】

詰栓は、全体が同じ断面形状であってもよいし、長さ方向で断面形状の異なる個所があってもよい。詰栓のうち、小孔の開口に対応する個所以外、例えば、奥に配置される個所では、小孔の内形状とのあいだに隙間があくようであっても構わない。小孔の外に配置される個所では、溶射の邪魔にならない形状であれば、小孔の内形状と異なる形状であっても構わない。詰栓のうち、小孔に挿入される側の先端には、面取り部やアール形状部あるいはテーパ部を設けておけば、小孔への挿入が行い易くなる。

詰栓の外径は、小孔の開口に対応する個所では、小孔の内径と実質的に同じに設定される。装着時には締め代はほとんど無くてスムーズに装着でき、プラズマ溶射工程で、詰栓が熱膨張したときに、詰栓と小孔との間に十分な締め代が発生するように設定しておくことで、詰栓の装着作業が能率的に行える。

【0020】

詰栓の長さは、小孔に装着可能で小孔を塞ぐことができる長さがあればよい。小孔を塞いだときに、小孔の表面から $1 \sim 3 \text{ mm}$ 突出する全長を有するものが好

ましい。この範囲であれば、溶射工程で詰栓が影を作つて吸着面への溶射材料の付着を阻害する事なく、詰栓の抜き取りも行い易い。

＜芯材＞

芯材は、金属材料からなる。溶射工程における温度上昇に耐える耐熱性のある金属が好ましい。熱膨張率が樹脂材料に比べて十分に小さな金属が好ましい。溶射工程のあとで、小孔から引き抜くことができる機械的強度を有するものが好ましい。金属-樹脂複合層との一体性に優れた材料が好ましい。

【0021】

具体的な金属材料として、鋼などの鉄系金属、アルミ、銅、ニッケルなどが挙げられる。これらの金属の単体に加えて、これらの金属同士あるいは他の金属との合金も採用できる。

芯材の外径は、小孔の内径に合わせて設定できる。通常は、0.5～3mmの範囲に設定される。

＜金属-樹脂複合層＞

コーティング膜に対して非接合性の樹脂材料と金属材料との複合体からなり芯材の外周を覆う。金属-樹脂複合層は、金属材料のマトリックスに樹脂材料がミクロ状態で保持されて複合一体化されたものである。単に、金属層と樹脂層とが積層されているものは除く。

【0022】

樹脂材料は、コーティング膜の材質や溶射条件によってコーティング膜に対する接合性が違つてくる。コーティング膜に対する非接合性とは、樹脂材料にコーティング膜が付着しても容易に分離できるということである。このような非接合性の材料として、一般的には、濡れ難く低摩擦係数で滑りが良く焼付性のない材料が好ましい。具体的には、フッ素樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド-イミド樹脂などが挙げられる。

フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTEF）、テトラフルオロエチレン-パーカルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTEF）テトラフルオロエチレン-エチレン共重

合体（E T F E）、ポリビニリデンフルオライド（P V D F）、ポリビニルフルオライド（P V F）、クロロトリフルオロエチレンーエチレン共重合体（E C T F E）等が挙げられる。

【0023】

金属材料は、樹脂材料を保持して、金属一樹脂複合層の機械的強度を負担し熱変形を抑える機能を有する。具体的な材料として、N i、F e、C u、Z n、S n、A lの金属単体あるいは合金が挙げられる。これらの金属同士あるいは他の金属との合金であってもよい。アルマイドなどの金属酸化物も使用できる。

金属と樹脂との割合によって、金属一樹脂複合層としての、硬度あるいは強度や、表面の非接合性などの特性が変わる。樹脂が多いほど、表面の非接合性は向上するが、硬度や強度、耐熱性は低下する傾向がある。具体的には、材料の組み合わせによっても異なるが、金属一樹脂複合層中の樹脂量を10～30重量%の範囲に設定することができる。

【0024】

金属一樹脂複合層の厚みは、10～50 μ mの範囲に設定される。薄すぎると、小孔への装着時やプラズマ溶射工程で損傷してしまってコーティング膜との非接合機能が十分に発揮できなくなる。厚すぎると、作製に手間とコストがかかる。

金属一樹脂複合層は、芯材のうち、少なくとも小孔と当接する個所あるいはその周辺に設けておけばよい。勿論、芯材の全長にわたって金属一樹脂複合層を設けることもできる。

金属一樹脂複合層の作製方法としては、前記した金属一樹脂複合層の構造を有し目的の機能が発揮できれば、通常の金属一樹脂複合体の形成手段が適用できる。具体的には、樹脂粒子が分散された金属めっき層、樹脂材料が含浸された多孔質金属層、樹脂粒子が封入された多孔質金属層などが採用できる。

【0025】

<フッ素樹脂粒子分散無電解ニッケルめっき層>

金属一樹脂複合層として、フッ素樹脂粒子が分散された無電解ニッケルめっき層が採用できる。カニフロン（日本カニゼン株式会社の商標）処理膜として知ら

れており、粒径 $1 \mu\text{m}$ 以下程度のフッ素樹脂の微粉末が分散されためっき液中でニッケルめっき処理をすることにより形成できる。ニッケルめっきにはリンを配合しておくことができる。

カニフロン処理膜の具体例として、Ni 83～86重量%、P 7.5～9重量%、PTFE樹脂6～8.5重量%（20～25容量%）、密度6.4～6.8 g/cm³のものや、Ni 88～90重量%、P 8～9.5重量%、PTFE樹脂1.5～3重量%（5～10容量%）、密度7.3～7.6 g/cm³のものが挙げられる。

【0026】

〔詰栓の取り付け〕

詰栓は、有孔内部材の小孔に装着される。具体的には、詰栓の先端側を小孔に押し込み、小孔を詰栓で塞ぐとともに、詰栓を小孔に支持させる。

詰栓の外径と小孔の内径との間に締め代があれば、小孔と詰栓との間に隙間ができず詰栓の固定も強固になる。実用的には、締め代がほとんど無い状態でも、溶射材料の侵入はそれほど問題にならない。詰栓を、手作業で小孔に押し込める程度の嵌め合いのほうが、取付作業が行い易い。

詰栓は、先端が小孔の底あるいは小孔に連結された通路の内壁に到達するまで押し込むようにすれば、作業性が良い。詰栓が固定できれば、小孔の途中まで挿入するだけでも構わない。

【0027】

詰栓で小孔を塞いだ状態で、詰栓のうち小孔の外に突き出す部分の一部または全部を切除しておくことができる。詰栓が長く突き出していると、溶射材料の流れを邪魔して、小孔の周辺におけるコーティング膜の厚みが部分的に薄くなる。但し、コーティング膜の作成後に詰栓を除去する際には、ある程度の長さで詰栓が残っているほうが便利な場合がある。そこで、小孔の表面から突出する詰栓の長さを1～3 mmに設定できる。詰栓の外周には、突出部分の除去作業を行ない易くするためのクビレや切れ目、弱め部などを設けておくこともできる。

長い線状あるいは棒状の詰栓を、小孔に装着し、小孔の外で詰栓を切断するという作業を繰り返せば、1本の詰栓を複数個所の小孔に順次取り付けることがで

きる。

【0028】

〔コーティング方法〕

プラズマ溶射法は、セラミックの溶射材料をプラズマ流によって加速して対象物の表面にコーティングする。

プラズマ溶射の処理条件として、一般的には、プラズマ温度を1200～1500℃に設定する。ここで、プラズマ温度とは、プラズマジェットが被溶射面に照射されるときの温度で規定する。プラズマジェットが溶射器から照射された段階における初期温度ではない。初期温度は前記温度範囲よりも高くてよい。処理時間は、1パス当たり300～500mm/secの範囲である。この範囲の処理条件であれば、詰栓が溶融して脱落したり穴部に固着してしまったりすることができる。

【0029】

プラズマ溶射処理の際に、対象物の表面を加熱しておいたり、対象物の表面を粗面化しておいたりすると、コーティング膜の密着性を向上できる。

〔詰栓の除去〕

コーティング膜が形成され、溶射工程が終了すれば、内部材の表面の小孔から詰栓を抜き取ることができる。

通常は、詰栓の上部を工具などで摘んで引き抜けばよい。詰栓の金属－樹脂複合層はコーティング膜に対する接合性が極めて低いので、大きな力を加えなくても、詰栓を引き抜くことができる。

【0030】

詰栓を除去する際に、詰栓の表面に付着した溶射材料を、吸着面のコーティング膜と切り離しておくことができる。

〔静電チャックのコーティング方法〕

静電チャックの構造として、アルミニウムなどの金属からなる基台部に、絶縁層および絶縁層に埋め込まれた電極層とを順次、コーティング形成する方法が適用できる。具体的には以下の方法が採用される。

基本的には、ガス放出孔に詰栓を装着し、プラズマ溶射でコーティング膜を形

成し、詰栓を除去するという作業工程を繰り返す。

【0031】

〔A〕基台部の表面に、Al₂O₃のコーティング膜からなる第1の絶縁層を形成する。前記した金属-樹脂複合層付の詰栓を使用することで、Al₂O₃のコーティング膜が良好に形成できる。

〔B〕第1の絶縁層の上に、タングステンのコーティング膜からなる電極層を形成する。詰栓には、鋼材などの金属材料からなるものを使用することで、タングステンのコーティング膜が良好に形成できる。金属-樹脂複合層付の詰栓を使用するのに比べてコストが低減できる。

〔C〕電極層の上に、Al₂O₃のコーティング膜からなる第2の絶縁層を形成する。第1の絶縁層と同様に、金属-樹脂複合層付の詰栓を使用する。

【0032】

上記方法によれば、プラズマ溶射で形成するコーティング膜の材料に合わせて、詰栓の材料を変えることで、何れのコーティング膜についても良好な仕上がり品質が達成できる。

静電チャックの絶縁層および電極層を、コーティング技術によって効率的に作製でき、各層の品質性能も優れたものになり、静電チャックの性能を向上させることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

〔半導体ウエハ処理装置〕

図1～図3に示す実施形態は、静電チャックおよびシャワーヘッドが装備された半導体ウエハ用のプラズマ処理装置である。

〈全体構造〉

図1に示すように、半導体ウエハ用プラズマ処理装置50は、処理室52の内部に、半導体ウエハWが載置され下部電極となる載置部70と、その上方に対向して配置され上部電極となるシャワーヘッド60とを備えている。載置部70の上端面が静電チャック80となっている。載置部70とシャワーヘッド60との間隔は、5～150mmの範囲に設定される。

【0034】

シャワーHEAD 60には、高周波印加線 63が接続され、高周波印加線 63に接続された高周波電源からインピーダンス整合器などを経て 13.56～100MHz の高周波電力が印加される。載置部 70にも、同様の高周波印加線 72が接続され、2～13.56MHz のバイアス高周波電力が印加される。

処理室 52は、真空排気口 54から真空排気されて、処理室 52の内部が所定の真空状態に維持される。処理室 52は、隣接する真空予備室 51と連通していて、真空予備室 51と処理室 52との間で、半導体ウエハWが出し入れされる。図示を省略したが、真空予備室 51には、半導体ウエハWを移送するための搬送アームが装備されており、真空予備室 51から処理室 52に伸ばされた搬送アームが、半導体ウエハWを載置部 70の所定位置に配置したり取り上げたりする。

【0035】

＜静電チャックの詳細構造＞

図2に詳しく示すように、静電チャック 80は、載置部 70の上端面に構成される。アルミニウムなどの金属からなる基台部 81の上面から側面にかけて、Al₂O₃のコーティング膜からなる絶縁体 84が形成され、絶縁体 84のうち、上端面の部分では、内部にタンクステン膜からなる電極層 82が埋めこまれている。電極層 82には、基台部 81の内部を通って外部に延びる配線 83が接続され、配線 83に接続された可変電圧源から直流高電圧が印加される。電極層 82に直流高電圧が印加されると、絶縁体 84の表面に静電吸着力が発生して、半導体ウエハWを吸着固定することができる。

【0036】

静電チャック 80には、上面の全体にわたって、ガス放出孔 78が設けられている。ガス放出孔 78は、基台部 81の内部を通るガス通路 74に連結されている。ガス通路 74には、Heガス等の熱伝達ガスが供給され、ガス放出孔 78から半導体ウエハWに吹付けられた熱伝達ガスが、半導体ウエハWの温度調整を果たす。図示を省略するが、基台部 81の内部には、冷媒通路が設けられていて、基台部 81を冷却することができる。

静電チャック 80の外側の載置部 70には、静電チャック 80に配置された半

導体ウエハWの周りを囲むようにしてフォーカスリング76が設けられている。フォーカスリング76は、処理室52で行う処理の内容によって材質の異なるものが使用される。具体的には、例えば、導電性材料あるいは絶縁性材料が選択され、反応性イオンを閉じ込めたり拡散させたりする作用を果たす。

【0037】

＜シャワーヘッドの詳細構造＞

図3に詳しく示すように、シャワーHEAD60には、処理ガス供給管62が接続され、処理方法に合わせて塩素系ガスなどの処理ガスが供給される。シャワーHEAD60の内部は空洞になっており、下面には多数の噴出孔66が空いている。噴出孔66から噴出した処理ガスは、高周波電力の印加によってプラズマ化し、被処理基板Wにエッティング処理を施す。半導体ウエハWの全面に適切に処理が行われるように、噴出孔66の径や配置が設定されている。

図示を省略したが、シャワーHEAD60の内部空間には、処理ガスを拡散させる拡散板が配置されている。

【0038】

〔コーティング処理〕

前記のような構造を備えた半導体ウエハ用のプラズマ処理装置において、静電チャック80の絶縁体84および電極層82になるコーティング膜を形成する方法を説明する。

図4-8は、前記実施形態の処理装置で、載置部70の上端面にコーティング膜80を形成する工程を段階的に示している。

＜第1の絶縁体層＞

図4に示すように、載置部70の上部を構成する基台部81には、ガス放出孔78があいている。また、基台部81に埋め込まれた配線部材83の先端が、基台部81の上面に突出している。配線部材83は、導電材料であるチタンからなり、全面に絶縁材料であるAl₂O₃層がコーティングされており、基台部81と絶縁隔離されている。

【0039】

基台部81の上面に第1の絶縁体層84aを形成する前に、粗面化処理を行つ

ておけば、絶縁体層84aとの接合性が向上する。なお、粗面化処理の際にも、ガス放出孔78を詰栓などで塞いでおけば、ガス放出孔78の内部に処理材料などが浸入しない。この場合に使用する詰栓は、鋼線などで十分であり、プラズマ溶射処理の前に抜き取っておく。

粗面化処理が施された基台部81に、ガス放出孔78を塞ぐ詰栓20を装着する。詰栓20は、ガス放出孔78と同じ断面形状の線材からなる。詰栓20は、芯材22と、芯材22の外周面を覆う金属-樹脂複合層24とを有する。芯材22は、鋼線で形成されている。金属-樹脂複合層24は、PTFE樹脂粒子が分散された無電解ニッケルメッキ膜である通称カニフロン（日本カニゼン株式会社の商標）処理膜からなる。詰栓20の先端には面取り加工が施されてあって、ガス放出孔78への嵌入が行い易くなっている。

【0040】

詰栓20は、ガス放出孔78に嵌入される。図4の右側から左側の状態になるまで嵌入される。詰栓20の上端が、ガス放出孔78の上に少し露出する程度に配置される。

図5に示すように、ガス放出孔78が詰栓20で塞がれた基台部81の表面に、プラズマ溶射処理を施して、第1の絶縁体層84aになるAl₂O₃のコーティング膜を、厚み約500μmで形成する。コーティング膜は、配線部材83を覆い隠すように形成される。コーティング処理の前に、基台部81を約150℃に加熱昇温させておく。これによって、コーティング膜が配線部材83と接触する個所などでコーティング膜にクラックなどの欠陥が発生するのを防止する。

【0041】

詰栓20で塞がれたガス放出孔78には、溶射材料が侵入することはない。詰栓20は、金属材料からなる芯材22および金属-樹脂複合層24の何れについても、十分な耐熱性を有しているので、プラズマ流および溶射材料からの熱が加わっても、融けたり過剰に変形したりしてしまうことはない。また、詰栓20は、基台部81の材料およびコーティング膜84aに対する熱膨張率の違いが、樹脂製の詰栓に比べると、はるかに少ないので、プラズマ溶射中とその後の冷却過程において、コーティング膜84aとの間に大きな熱応力が発生することもない。

。コーティング膜84aに、冷却過程で、亀裂が生じることが防げる。

【0042】

プラズマ溶射作業が終わり、コーティング膜84aが形成されたあと、詰栓20は除去される。詰栓20とコーティング膜84aとの接触部分には、コーティング膜84aに対する接合性がほとんど無い金属-樹脂複合膜24が配置されているので、詰栓20を上方にそのまま引き抜いたり、少し捻るようにして引き上げたりするだけで、詰栓20はコーティング膜84aと容易に分離されて、詰栓20だけを引き抜くことができる。詰栓20と一緒にコーティング膜84aの一部が剥がれたり、コーティング膜84aの内縁に亀裂が入ったりすることが防止される。

【0043】

詰栓20を除去したあと、コーティング膜84aの表面を約400μm研磨して、表面を平滑化させ、第1の絶縁体層84aが完成する。このとき、配線部材83を覆う部分のコーティング膜84aも削り取られる（図6参照）。配線部材83の先端には、導電材料であるチタンが露出する。研磨処理後には、洗浄や乾燥の処理が施される。

＜電極層＞

図6に示すように、ガス放出孔78に、鋼線からなる詰栓26を装着する。この詰栓26は、前記詰栓20の芯材22と同じ鋼材料からなり、外形は詰栓20と同じである。

【0044】

詰栓26を装着したあと、第1の絶縁体層84aの表面を粗面化処理する。

次いで、電極層82になるタンゲステンのコーティング膜を、前記同様のプラズマ溶射処理で約50μmの厚みに形成する。配線部材83の上端面とコーティング膜とが接合され、電気的に導通可能になる。

基台部81の上面全体にコーティング膜が形成されたあと、不要部分のコーティング膜をブラスト処理により除去すれば、電極層82が形成される。

その後、詰栓26を抜き取る。タンゲステンのコーティング膜は、鋼製の詰栓26に対する接合性がないため、詰栓26の抜き取りは容易に行える。

【0045】

<第2の絶縁体層>

図7に示すように、前記同様の詰栓20をガス放出孔78に装着する。

その後、電極層82を埋め込むように、前記同様のプラズマ溶射処理で、Al₂O₃のコーティング膜からなる第2の絶縁体層84bを、厚み約500μmで全面に形成する。プラズマ溶射処理の前には、基台部81を約100℃に加熱昇温させておく。

その結果、上下2層のAl₂O₃膜84a、84bが一体化された絶縁体84に、タンクステンの電極層82が埋め込まれた静電チャックの構造が得られる。

【0046】

図8に示すように、詰栓20を除去すれば、基本的なコーティング処理は終了する。

〔後処理工程〕

コーティング膜82、84が形成されたあと、必要に応じて、各種の後処理工程が行われる。

シリコーン樹脂中に、コーティング膜の形成部分を浸漬させ、55 Torrの減圧下で脱気処理し、Al₂O₃からなる絶縁体84の微細な気孔をシリコーン樹脂で埋め、110℃で加熱焼成する封孔処理が有効である。

【0047】

絶縁体84の表面を研磨処理して平滑化することが有効である。表面粗さをRa0.1~1.6μmに仕上げることができる。

このような仕上げ処理を行ったとの最終的なコーティング膜の構造は、第1絶縁体層84aが約400μm、電極層82が約50μm、第2絶縁体層84bが約250μmとなる。

〔側面部分の絶縁体〕

図2に示す静電チャック80の場合、ガス放出孔78を有する基台部81の上端面から側面にわたってコーティング膜84が形成されている。この場合、基台部81の上端面については、前記したコーティング方法を採用するとともに、基台部81の上端面の外周縁から側面にかけては、別工程でコーティング膜84を

形成することができる。

【0048】

例えば、基台部81の側面を粗面化処理したあと、絶縁体84と同様のAl₂O₃コーティング膜を約600μm形成して、基台部81の側面部分についても絶縁体84で覆うことができる。側面部分の絶縁体84にも、前記した上面部分と同様の後処理工程を行うことができる。最終的に完成した、基台部81の側面部分における絶縁体84の厚みは約300～500μmである。

より具体的な工程としては、基台部81の側面部分をマスキングした状態で、前記コーティング膜82、84の形成を行い、その後、今度は基台部81の上端面をマスキングして、側面部分のコーティング処理を行うことができる。

【0049】

この側面部分のコーティング処理では、ガス放出孔78は存在しないので、通常のコーティング処理が行える。コーティング材料は、上端面のコーティング膜82、84とは変えることもできる。形成されたコーティング膜には、前記同様の樹脂による気孔の封止処理を行うことができる。樹脂材料としてシリコーン樹脂が使用できる。

側面部分のコーティング膜と、上端面のコーティング膜とを一体的に連結させておけば、基台部81の全体に連続する絶縁体84を形成することができる。

〔詰栓の具体例〕

φ1mmの鋼線に、カニフロン（商標）処理膜（フッ素樹脂粒子を分散させた無電解ニッケルーリンめっき層）を、約20μmの厚みで形成する。得られた金属-樹脂複合膜付の鋼材を、10～15mmの長さに切断して、詰栓20を得ることができる。

【0050】

〔プラズマ溶射条件〕

コーティング膜を形成するプラズマ溶射の具体的処理条件として、以下の条件が採用できる。

基材アルミニウム、溶射材料Al₂O₃、プラズマ温度1200～1500℃、
バス速度300～500mm/sec、コーティングされたAl₂O₃膜の厚み0

4～0.5mm。

コーティング膜が形成されたあと、50～60℃まで冷却してから、詰栓20の引き抜き作業を行うと、捻ったりすることなく、垂直方向に引き抜くだけで、詰栓20はコーティング膜と容易に分離して取り外すことができた。コーティング膜には、剥離やクラックなどの欠陥は皆無であった。その後に、研磨ラップ仕上げ加工を行ったが、仕上げ加工後のアルミナ皮膜にも、全く欠陥は存在しなかった。

【0051】

ニッケルーリンめっき層に分散されたフッ素樹脂微粒子が、Al₂O₃膜に対する優れた非接合性を発揮した結果、Al₂O₃膜に対する詰栓20の引き抜きがスムーズに行え、Al₂O₃膜の欠陥も生じなかったものと評価できる。

詰栓を、クロムメッキ鋼材からなるものに変更して、同様のコーティング工程を行ったところ、詰栓の引き抜きは、垂直に引き抜くだけでは取り出しが困難であった。そこで、詰栓を1/2～1回転させて、円周面における付着縁切りを行ったあと、垂直方向に引き上げた。その結果は、詰栓の周辺部において、Al₂O₃膜に浮き上がり剥離が発生していた。詰栓を引き抜いたときには剥離がなかった場合も、その後に、研磨ラップ仕上げ加工を行うと、詰栓を装着した小孔の周辺部でAl₂O₃膜にミクロクラックが発生していた。

【0052】

通常、クロムめっき層にバフ研磨をしておくと、セラミック溶射皮膜は付着し難いとされている。しかし、小径の孔に装着する細い詰栓の場合、プラズマ溶射時の熱で、熱容量の小さな詰栓のクロムめっき層が変質して、Al₂O₃膜に対する付着が生じてしまったものと推定できる。

〔シャワーヘッドのコーティング〕

基本的には、前記した静電チャックに対するコーティング処理と同様の材料を用いて、同様の処理条件で実施できる。

例えば、シャワーヘッド60をアルミニウムで構成し、その表面にAl₂O₃のコーティング膜68を厚み300μmで形成する。コーティング膜68の形成段階では、噴出孔66に詰栓20を装着しておく。

【0053】

コーティング工程のあと、コーティング膜68の表面を約100μm程度研磨して、表面を平滑化させる。

コーティング膜68が形成されたシャワーヘッド60は、処理室52内でエッティング処理などを行ったときに、処理に伴って生成する副生成物が表面に付着し難くなる。付着しても、容易に剥離除去できるようになる。

【0054】

【発明の効果】

本発明にかかる真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法は、プラズマ溶射でコーティング膜を形成する際に、有孔内部材の小孔を、金属芯材が金属-樹脂複合層で覆われた詰栓で塞いでおくことで、詰栓がコーティング膜の損傷を引き起こすなどの悪影響を及ぼさず、要求性能を十分に満足する品質性能の高いコーティング膜が得られる。

具体的には、溶射時に加わる熱で詰栓が融けることがない。詰栓とコーティング膜とが接合しないので、詰栓を除去したときにコーティング膜の剥がれや亀裂発生が生じることがない。詰栓の熱変形特性がコーティング膜および内部材の構成材料に近いので、溶射時の加熱およびその後の冷却過程でコーティング膜との間に過大な熱応力が発生せず、熱応力によるコーティング膜の損傷や亀裂発生が防止できる。

【図面の簡単な説明】

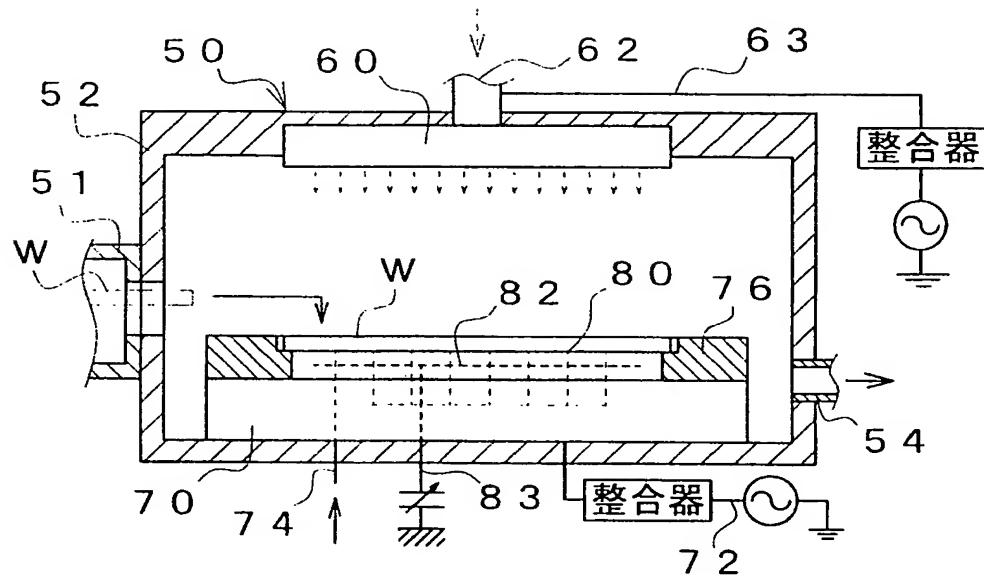
- 【図1】 本発明の実施形態を表す真空処理装置の全体構造図
- 【図2】 静電チャック部分の拡大断面図
- 【図3】 シャワーヘッド部分の拡大断面図
- 【図4】 コーティング処理のうち、詰栓の取付工程を示す断面図
- 【図5】 第1絶縁層の形成段階を示す断面図
- 【図6】 電極層の形成段階を示す断面図
- 【図7】 第2絶縁層の形成段階を示す断面図
- 【図8】 詰栓除去後の断面図

【符号の説明】

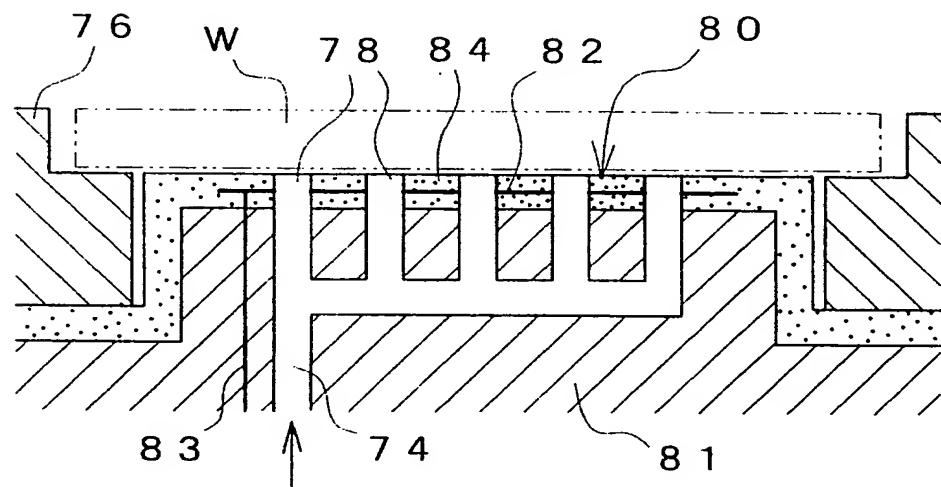
20 詰栓
22 金属芯材
24 金属-樹脂複合層
50 真空処理装置
60 シャワー ヘッド
66 噴出孔
68 コーティング膜
70 載置部
78 ガス放出孔
80 静電チャック
82 電極層 (コーティング膜)
83 配線部材
84、84a、84b 絶縁体 (コーティング膜)

【書類名】 図面

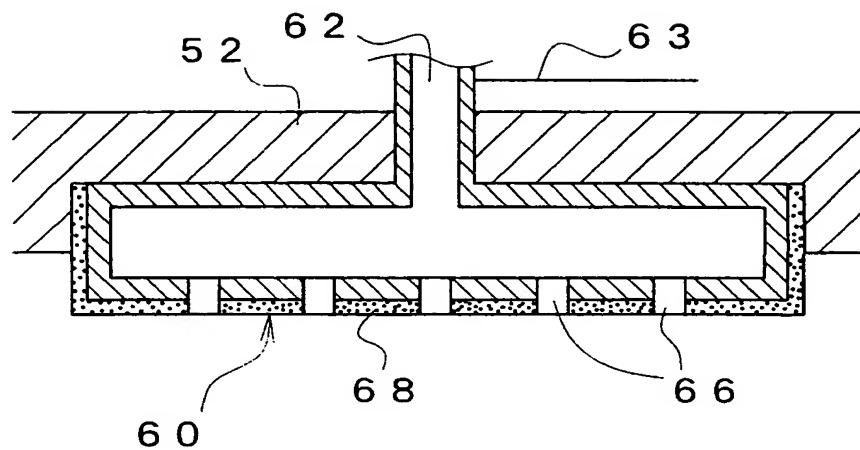
【図1】



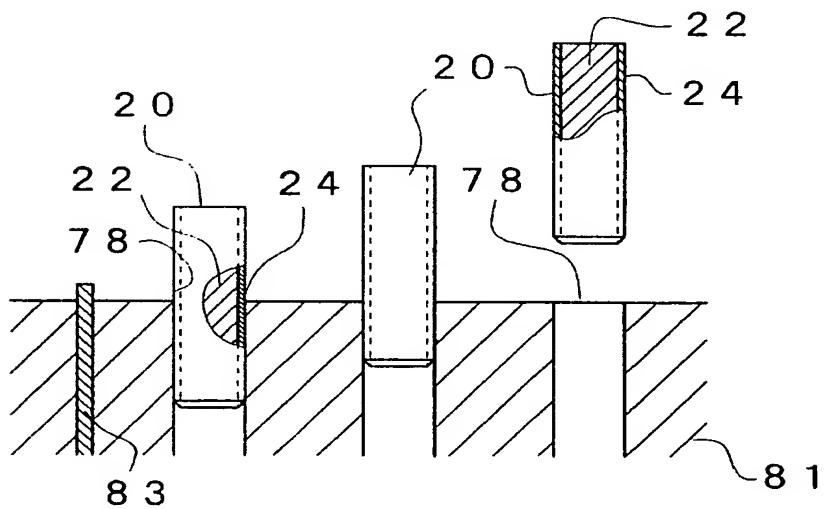
【図2】



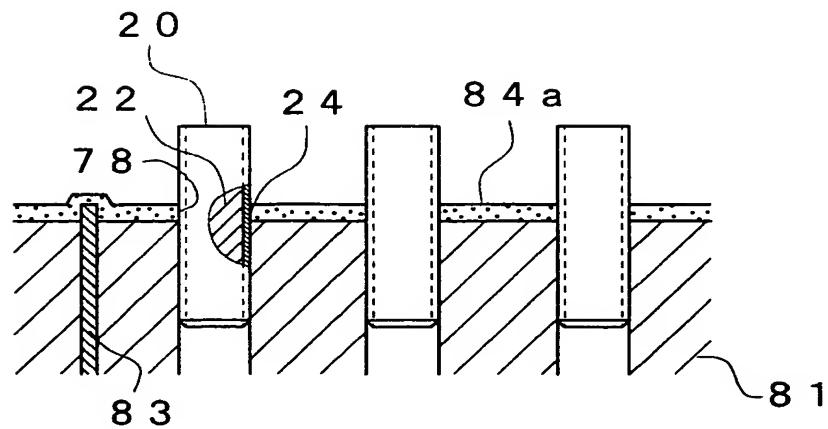
【図3】



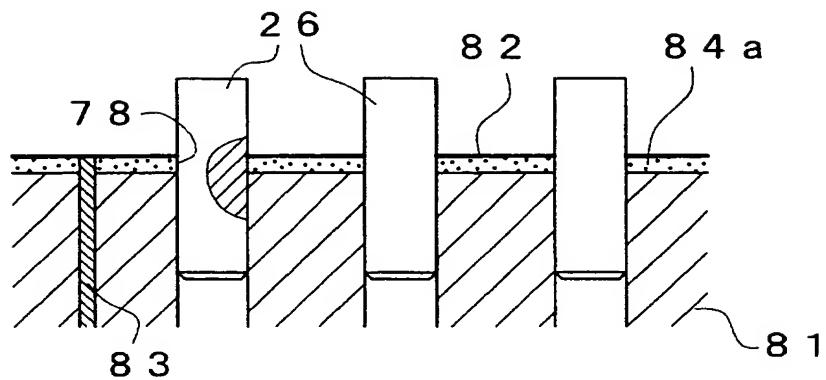
【図4】



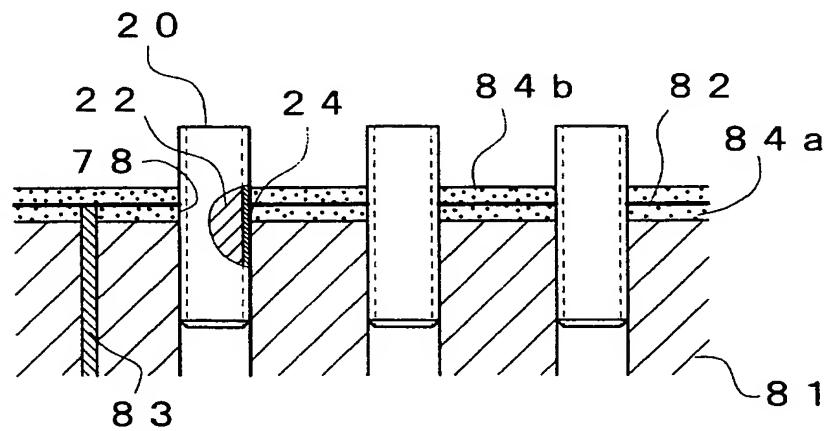
【図5】



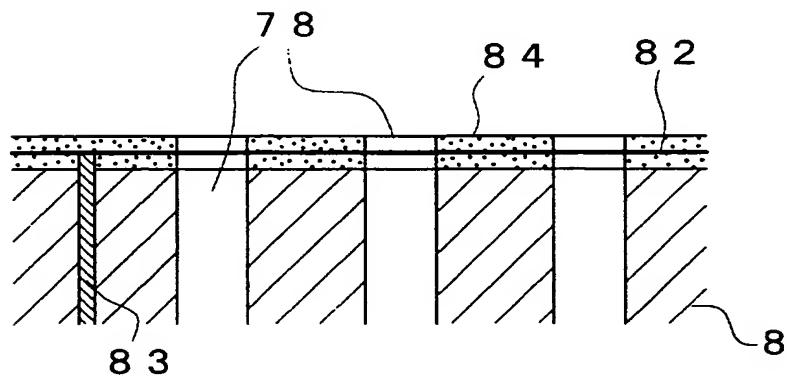
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電チャックなど、真空処理装置における有孔内部材のコーティング方法で、小孔を詰栓で塞いでおく技術における問題点を解消して、品質性能に優れたコーティング膜を能率的に作製できるようにする。

【解決手段】 金属材料からなる芯材22と、コーティング膜80に対して非接合性の樹脂材料と金属材料との複合体からなり芯材22の外周を覆う金属-樹脂複合層24とを有する詰栓20で、有孔内部材81の小孔78を塞ぐ工程(a)と、工程(a)のあとで、有孔内部材81の表面にプラズマ溶射によりセラミック材料からなるコーティング膜80を形成する工程(b)と、工程(b)のあとで、小孔78から詰栓20を抜き取る工程(c)とを含む。

【選択図】 図5

特願 2002-275889

出願人履歴情報

識別番号 [501368632]

1. 変更年月日 2001年 9月19日
[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県尼崎市道意町7丁目17番地2
氏 名 株式会社尼崎特材研

特願2002-275889

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社